

Solución del Poliácrlato de Sodio en H₂O

N. Evangelista, P. López, C. Lozano, U. Ortega

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puentes, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

INFORMACIÓN

Información del Proyecto:
Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019
Entrega Proyecto 15 Mayo 2019
Disponible online 20 Mayo 2019

Keywords:
Poliácrlato de sodio
Coloide

ABSTRACT

Hoy en día es indiscutible la amplia utilización del poliácrlato de sodio, pero por qué no buscar más utilidades, o incluso crear un nuevo material cuya base sea el agua. De esto último va el proyecto, la idea es conseguir un coloide, un gel de partículas de líquido (H₂O) en un sólido (poli(2-propenoato) de sodio). Mediante gran cantidad de experimentos y ensayos hemos podido definir bien sus propiedades, características y comportamiento. Este material va dirigido a un público muy amplio desde empresas que fabrican cojines hasta la más casera de las utilidades como puede ser tratar golpes y contracturas con frío o calor.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved

1. Introducción

Al haber estudiado en clase los diferentes tipos de polímeros se cree que el poliácrlato de sodio (Fig. 1) junto con el agua puede ser un gran material sobre el cual realizar el trabajo, de tal manera que se pueda entender e indagar en sus características, su estructura, sus aplicaciones, su comportamiento con otros elementos y/o compuestos etc.



Fig. 1. Poliácrlato de sodio

El poliácrlato de sodio es un polímero compuesto por monómeros -CH₂CH(CO₂Na) (poli(2-propenoato) de sodio) (Fig. 2) y que tiene una gran afinidad con moléculas orgánicas polares como lo es el agua. Al añadir agua a este polímero, aumenta su volumen entre 500 y 1000 veces su tamaño, dependiendo de la cantidad vertida, consiguiendo así un sólido en forma de gel.

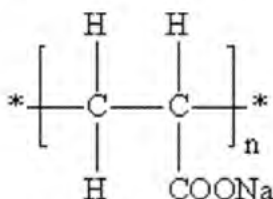


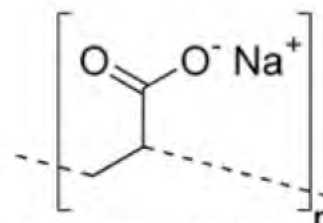
Fig. 2. Monómero acrlato de sodio

2. Materiales y métodos

2.1. Fabricación del material

El material de este documento consistirá en la solución del poliácrlato de sodio en agua (H₂O) cuya mezcla final recibe el nombre de coloide, concretamente su composición es la de un coloide en forma de gel (coloide de partículas de líquido dispersas en un sólido).

El enlace entre estos dos elementos consta por una parte entre una cadena polimérica de acrlato y por otros iones de sodio (Fig. 3), ya que el poliácrlato de sodio es un polímero formado por monómeros de acrlato de sodio.

Fig. 3. Desprendimiento iones Na con H₂O

Al entrar el poliácrlato en contacto con el agua, se produce una reacción debida al medio acuoso a través de la cual el poliácrlato desprende iones de sodio y gana afinidad con el agua. Tras desprenderse el sodio se liberan iones negativos de carboxilo que se repelen. Para recuperar la estabilización del compuesto los iones tienen que captar las moléculas de agua.

El efecto que se produce posteriormente es el estiramiento de la cadena principal y el aumento del volumen del poliácrlato de sodio (Fig. 4). Todo este proceso es conocido como ósmosis.



Fig. 4. Poliacrilato junto con agua

2.2. Hipótesis a contrastar

Una de las principales hipótesis que se contrastará en el proyecto es comprobar si la densidad del poliacrilato variará al incorporar al material el agua. La densidad del poliacrilato en su estado salino es de $1,22 \text{ g/cm}^3$ [1].

La viscosidad del polímero base con respecto a su composición junto con el agua variará enormemente debido a la fluidez que le proporcionará el agua.

Existe la posibilidad de que tanto el poliacrilato base como el agua junto con el polímero proporcione propiedades conductoras al material.

El agua es un medio que impide en gran medida el traspaso de ondas sonoras a través de él, por lo que se plantea la hipótesis de que el compuesto pueda tener propiedades similares.

Otra hipótesis curiosa será la velocidad de absorción del agua a diferentes temperaturas ya que se cree que afectará en gran medida al poliacrilato y el estado en que se encuentre el agua (sólido, líquido o gaseoso).

También se buscará la posibilidad de que el polímero pueda liberar el agua a través de algún proceso, ya sea químico o mecánico.

El polímero es capaz de absorber otros líquidos a parte del agua, se procederá a realizar sus correspondientes experimentos.

El polímero actúa como buen retenedor del agua y se cree la posibilidad de emplearse en el medio agrícola como almacenaje de agua junto con tierra.

2.3. Experimentos y ensayos

2.3.1. Peso/Volumen/Densidad

Para la realización de este ensayo se procedió a tomar diversas muestras del poliacrilato junto con el agua para comprobar la variación de peso y volumen que se produce en el compuesto en comparación con el volumen y peso del agua ya que las variaciones en el poliacrilato son prácticamente despreciables.

2.3.2. Viscosidad

Para el ensayo de la viscosidad se procedió a incluir para una misma cantidad de soluto (1 gr de poliacrilato de sodio) diferentes cantidades de agua. Se procedió a colocar las muestras en una superficie plana y lisa con una inclinación aproximada de 35° y se observó la velocidad a la que se desplazaban las muestras a través de la superficie de 27 cm y tras llegar la primera muestra hasta dicha distancia cual era la distancia recorrida por las demás muestras en ese mismo período de tiempo (Fig. 5)



Fig. 5. Ensayo de viscosidad

2.3.3. Conductividad eléctrica

Para el experimento de la conductividad eléctrica se procedió a introducir dos electrodos en el interior del compuesto con una bombilla indicadora para comprobar la efectividad del experimento. También se le aplicaron diferentes voltajes de 5 V y 12 V.

2.3.4. Aislante acústico

Para realizar el ensayo de aislamiento se introdujo el compuesto en un recipiente plástico fino y se posó sobre un altavoz en el cual se fue elevando progresivamente el volumen para verificar su eficacia.

2.3.5. Absorción a diferentes temperaturas

Para este experimento se separaron las mismas cantidades de soluto en tres recipientes diferentes a los que se le añadirían agua a distintas temperaturas:

- La primera se realizó a una temperatura cercana a 0°C con agua procedente del frigorífico
- La segunda se realizó a una temperatura ambiente media de 25°C obteniendo agua del grifo
- La tercera se realizó a una temperatura aproximada de 100°C hirviendo agua en una cacerola hasta el punto de ebullición

2.3.6. Absorción de vapor de agua

Para este ensayo se emplearon varios montajes experimentales de artilugios capaces de probar la absorción de agua (Fig. 6), hasta que se dio con el adecuado, que es el siguiente. Se procedió a calentar agua en una olla, en la cual se puso una media y poliacrilato encima de ésta. Con esto se quería comprobar que al evaporarse el agua y subir por la media, al contactar directamente con el poliacrilato si este sería capaz de captar ese vapor, al igual que lo hace con el agua en estado líquido.



Fig. 6. Experimento vapor de agua

2.3.7. Ignífugo

Para este ensayo se procedió a introducir el material en una flanera, en la cual posteriormente se introdujo un papel el cual estaba ardiendo. El objetivo era ver si el material se prendería al entrar en contacto con este papel, o si al contrario el fuego inicial se apagaría.

2.3.8. Liberación de agua

Para comprobar si el material era capaz de liberar el agua presente en él se hicieron varios ensayos.

- Por un lado, se puso el material en un colador/malla y se le añadió sal.
- Por otro lado, se procedió a calentar el material y/o dejarlo a temperatura ambiente en un recipiente abierto para comprobar si el agua se evaporaba.

2.3.9. Plantas

Se sabe que el poliacrilato de sodio es utilizado en la agricultura para el riego de plantas, ya que el hidrogel libera el agua lentamente proporcionando así la humedad necesaria a la planta durante un período largo de tiempo [2].

A partir de esto, se procedió a introducir en el material varias lentejas crudas para comprobar si éstas germinarían al cabo de un tiempo.

2.3.10. Comportamiento térmico

Se procedió tanto a calentar (en el microondas) como a enfriar (en el congelador) el material para comprobar si este alcanzaba tanto elevadas como reducidas temperaturas, y si sería capaz de transferir esa temperatura.

2.3.11. Absorbente de otros líquidos

Durante estos ensayos se procedió a comprobar si el poliácrilato permitía la absorción de otras sustancias acuosas que no fuesen el agua:

- Aceite: Se procedió a verter 20 ml de aceite en un recipiente con 1 g de soluto.
- Leche: Se procedió a verter 20 ml de leche en un recipiente con 1 g de soluto.
- Alcohol: Se procedió a verter 10 ml de alcohol en un recipiente con 1 g de soluto.
- Quitaesmaltes: Se procedió a verter 10 ml de quitaesmaltes en un recipiente con 1 g de soluto.
- Líquidos ácidos (pH bajo): Se procedió a verter 20 ml de vinagre en un recipiente con 1 g de soluto. Se procedió a verter 10 ml de zumo de limón en un recipiente con 1 g de soluto.

3. Resultados y gráficas

3.1. Peso/Volumen/Densidad

Tras los ensayos, se recogieron los datos obtenidos en una tabla y con ella se realizaron distintas gráficas y se procedió a sacar las siguientes conclusiones:

Tabla 1 Datos volumen/peso/densidad a soluto constante

Poliácrilato (gr)	H2O (mL)	Volumen f (mL)	Peso (gr)	Densidad (gr/mL)
1	10	12	9,75	0,8125
1	20	22	18,6	0,845454545
1	30	31,5	28,55	0,906349206
1	40	42	37	0,880952381
1	50	56	48,76	0,870714286
1	60	67	59,09	0,881940299
1	70	74	63,26	0,854864865
1	80	84	74,04	0,881428571
1	90	93	81,42	0,875483871
1	100	103,7	96,3	0,928640309

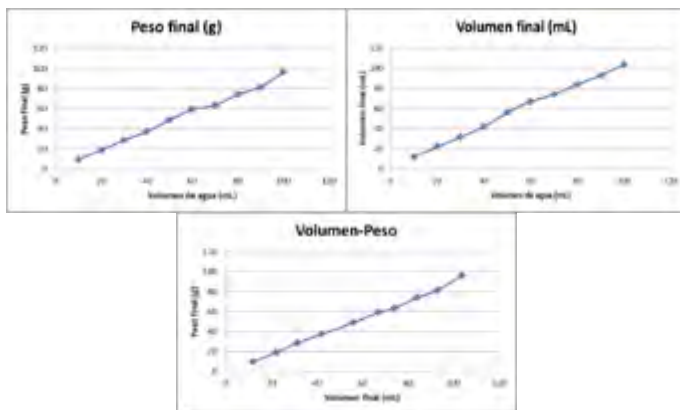


Fig. 7. Variación del peso frente al volumen de las probetas

Lo que se pudo observar a raíz de estas mediciones fue que a medida que incrementaba la cantidad de agua el peso disminuía y el volumen del fluido aumentaba, obteniendo como resultado que: a mayor

cantidad de agua se producía una mayor absorción por parte del poliácrilato y este aumentaba su volumen.

Las fórmulas que se han empleado son la de la densidad:

$$\rho = m/V \tag{1}$$

Y las fórmulas para hallar el error absoluto:

$$\ln(\rho) = \ln(m) - \ln(V) \tag{2}$$

$$\Delta\rho/\rho = \Delta m/m + \Delta V/V \tag{3}$$

Obteniendo la densidad media: $\rho = 0,87 \text{ g/ml}$; el error: $\Delta\rho = 0,016$; y la densidad junto con el error: $\rho = 0,87 \pm 0,02 \text{ g/ml}$.

3.2. Viscosidad

Tras el ensayo realizado, se sacaron los siguientes datos con los que se realizó la siguiente gráfica.

Tabla 2 Datos del ensayo de viscosidad

Agua (mL)	40	60	80	100
Distancia recorrida (cm)	6	9	19,4	27

Al analizar los datos, se pudo observar que a mayor cantidad de agua la distancia recorrida era mayor. Se planteó la hipótesis de que a mayor cantidad de agua el comportamiento del material era menos viscoso, por ello se daba un deslizamiento a mayor velocidad.

3.3. Conductividad eléctrica

Tras el experimento a diferentes voltajes se llegó a la conclusión de que el material tanto en estado de sal como en la forma compuesta con el agua (Fig. 8) no permiten la conductividad eléctrica pues el agua solo es conductora cuando se encuentra destilada o en disolución con otras sales. Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones [3].



Fig. 8. Ensayo conductividad eléctrica

También se produjo la oxidación de unas arandelas enganchadas a los cables en menos de 24 h expuestas en el gel (Fig. 9).



Fig. 9. Oxidación

3.4. Aislante acústico

Se pudo comprobar que al poner el material encima del altavoz para bajos volúmenes el material sí que era capaz de aislar el sonido, pero según se iba elevando el volumen, se iba perdiendo esta capacidad de aislamiento. Al finalizar se hizo el mismo ensayo con un cojín corriente, y se llegó a la misma conclusión que con el material.

3.5. Absorción a diferentes temperaturas

Tras realizar los tres ensayos para las temperaturas obtuvimos como resultado que el polímero es capaz de absorber más rápido el agua cuanto mayor sea la temperatura a la que le exponemos. Para 100 °C, el polímero tardó aproximadamente 3,31 segundos en ser absorbido; para 25 °C tardó 27,35 segundos; y para temperatura cerca de 0 °C tardó unos 32,3 segundos (Fig. 10).



Fig. 10. Absorción agua a distintas temperaturas (0, 25, 100 °C)

3.6. Absorción de vapor de agua

Finalmente confirmamos que absorbía agua, aunque era en muy poca medida.

3.7. Ignífugo

Tras realizar el ensayo se pudo ver que el material apagaba el fuego con el que se ponía en contacto. Se podría decir que la razón de ello es que al tener cierta cantidad de agua y estar húmedo, el fuego se apagaba al entrar en contacto con el material, al igual que sucede al poner el fuego en contacto directo con agua.

3.8. Liberación de agua

Al añadir sal al material se pudo ver que como bien se había previsto, el material desprendía agua. La razón es la siguiente; Si se le agrega sal a la masa de gel que se forma tras la absorción de agua se aumenta la concentración de moléculas de sodio. Para nivelar los niveles de sodio, el poliacrilato de sodio libera agua, aunque nunca se convierte en líquido. Este proceso también es conocido como ósmosis. [4]

También se pudo observar que el agua del material se evaporaba tras un tiempo (mayor en el caso de la temperatura ambiente).

3.9. Plantas

En este experimento no se han tenido resultados exitosos pues para favorecer el crecimiento de una planta en un hidrogel es necesario disolver nutrientes en el agua que absorberá el polímero o mezclar el gel con tierra para que la planta obtenga nutrientes de esta. La plantación se realizó 1 semana y media antes de la entrega del proyecto (tiempo normal de crecimiento de 6 a 10 días) [5] y no ha crecido ningún brote en las lentejas plantadas.

3.10. Comportamiento térmico

Tras realizar los ensayos se pudo observar que el material era capaz de alcanzar elevadas temperaturas antes que el agua, y también se vio que ese calor se mantenía en el material y lo transmitía al exterior.

También se pudo ver que, para una misma cantidad de agua, en la cual a una se le añadió poliacrilato y a la otra no, el tiempo que permanecía congelada la primera muestra (a temperatura ambiente), la que tenía poliacrilato (1 hora y 30min aproximadamente), era mayor que en el caso de la segunda (1 hora). Por tanto, se podría decir que el material transmite el frío en un prolongado período de tiempo (Fig. 11).



Fig. 11. Estado de las muestras tras una hora (Vaso verde: Material. Vaso azul: Agua corriente)

3.11. Absorción de otros líquidos:

Tras realizar los ensayos mencionados, se llegó a la conclusión de que el material no era capaz de absorber estos líquidos, solo absorbía la proporción de agua que estos líquidos pudieran tener en su composición.

4. Conclusiones

Como se ha podido demostrar mediante los ensayos realizados, algunas de las aplicaciones planteadas inicialmente no han sido las esperadas.

Como por ejemplo la función del poliacrilato de sodio como aislante acústico no ha funcionado como se esperaba, ya que su capacidad de aislamiento es similar a la de un cojín.

Sin embargo, otras muchas sí, entre estas destacan:

- La viscosidad: La cual confirma que es sin lugar a dudas un gel viscoso perfecto para nuestra intención de crear un cojín.
- La capacidad de retener tanto calor como frío en él: Por lo que podría utilizarse como cojín termo regulable

Gracias a los resultados negativos como positivos se ha logrado llevar a cabo el proyecto y así aprender más sobre este material con tan diversos usos.

5. Agradecimientos

Queremos aprovechar este apartado para agradecer a la residencia Covarrubias por permitirnos trabajar en el proyecto en sus instalaciones y facilitarnos diversos materiales para ensayos y experimentos.

También a la empresa Amazon por proveer tan rápido como se pudo a nuestro compañero Nicolás, de una báscula, con la que sin ella se nos habría hecho imposible las mediciones.

6. Bibliografía

- [1] Desconocido. (s.f.). poliacrilatodesodio.com. Recuperado el 7 de 05 de 2019, de <http://www.poliacrilatodesodio.com/>
- [2] Portal Jardín.(s.f.). Hidrogel. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://portaljardin.com/hidrogel/>
- [3] Lenntech.(s.f.). Conductividad agua. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <https://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm>
- [4] Quiminet (s.f.) .La absorción del poliacrilato de sodio. Recuperado el 11 de 05 de 2019, de <https://www.quiminet.com/articulos/la-absorbencia-del-poliacrilato-de-sodio-2603427.htm>
- [5] V.Reynoso (28/10/18). Cómo cultivar lenteja orgánica en casa.. Recuperado el 11 de 05 de 2019, de <https://consumidoresorganicos.org/2016/10/28/lenteja-organica-como-cultivarla-en-casa/>